



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pertambahan penduduk serta pembangunan di Indonesia dalam segala bidang memerlukan kebutuhan akan sarana transportasi dan sektor industri. Sehingga hal ini menyebabkan kebutuhan bahan bakar melonjak tinggi. Kebutuhan energi dalam negeri selama ini dipasok dari produksi dalam negeri dan sebagian impor, yang kini terus meningkat.

Indonesia yang semula adalah *net-exporter* di bidang bahan bakar minyak (BBM) kini telah menjadi negara *net-importer* BBM sejak tahun 2000. Hal ini sungguh sangat ironis karena terjadi pada saat harga minyak dunia tidak stabil. Pada periode bulan Januari-Juli 2006 lalu, produksi BBM Indonesia hanya mencapai 1,029 juta barel per hari, sedangkan konsumsi BBM mencapai sekitar 1,3 juta barel per hari sehingga terdapat defisit BBM sebesar 270.000 barel yang harus dipenuhi melalui impor.

Ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil sangat besar. Hal ini dapat dilihat dari setiap aktivitas masyarakat Indonesia sehari-hari yang tidak lepas dari pemakaian bahan bakar. Berdasarkan data ESDM (2006) minyak bumi mendominasi 52,5% pemakaian energi di Indonesia, sedangkan gas bumi sebesar 19%, batu bara 21,5%, air 3,7%, panas bumi 3% dan energi terbarukan hanya sekitar 0,2% dari total penggunaan energi. Padahal menurut data ESDM (2006), cadangan minyak bumi Indonesia hanya sekitar 9 miliar barel dan produksi Indonesia hanya 500 juta barel per tahun. Jika dikonsumsi terus dan tidak ditemukan cadangan minyak baru atau tidak ditemukan teknologi baru untuk meningkatkan *recovery* minyak bumi, diperkirakan cadangan minyak bumi Indonesia akan habis dalam waktu dua puluh tiga tahun mendatang.



Sudah saatnya Indonesia mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dengan mengembangkan sumber energi alternatif terbarukan. Pengembangan bioenergi diharapkan dapat mensubsidi kebutuhan BBM di Indonesia. Bioenergi sangat prospektif untuk dikembangkan. Selain bisa diperbaharui, bioenergi sangat ramah lingkungan, dapat terurai, mengeliminasi efek rumah kaca dan kontinuitas bahan bakunya terjamin. Bioenergi mempunyai beberapa jenis, diantaranya bioetanol, biodiesel, PPO atau SVO, minyak bakar dan biogas.

Biodiesel terbuat dari transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak lemak nabati direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester dan produk samping berupa gliserin yang juga bernilai ekonomis cukup tinggi. Bahan baku biodiesel yang dikembangkan bergantung pada sumber daya alam yang ada di suatu negara, minyak kanola di Jerman dan Austria, minyak kedelai di Amerika Serikat, minyak sawit di Malaysia, dan minyak kelapa di Filipina. Indonesia mempunyai banyak tanaman penghasil minyak lemak nabati, diantaranya adalah kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, jarak, nyamplung, dan lain-lain. Biodiesel yang saat ini ada digunakan sebagai campuran dengan bahan bakar solar, hasil campuran disebut dengan B10 dan B20. Bahan bakar B10 dan B20 mempunyai sifat fisis mendekati sifat fisis solar sehingga B10 dan B20 dapat digunakan sebagai pengganti solar.

Sehingga biodiesel sangat prospektif untuk dikembangkan. Apalagi biodiesel memiliki kelebihan lain dibandingkan dengan solar, yakni :

1. Bahan bakar ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang jauh lebih baik (*free sulphur, smoke number* rendah) sesuai dengan isu-isu global.
2. *Cetane number* lebih tinggi (>57) sehingga efisiensi pembakaran lebih baik dibandingkan dengan minyak kasar.
3. Memiliki sifat pelumasan terhadap piston mesin dan dapat terurai (*biodegradable*).
4. Merupakan *renewable energy* karena terbuat dari bahan alam yang dapat diperbaharui.



5. Meningkatkan independensi suplai bahan bakar karena dapat diproduksi secara lokal.

1.2. Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik suatu industri harus memperhatikan segi teknis, finansial, dan ekonomis. Selain itu dapat dilihat sejauh mana kapasitas tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat. Menentukan kapasitas pabrik berdasarkan pertimbangan sebagai berikut.

1.2.1. Prediksi Kebutuhan Biodiesel

Kebutuhan biodiesel setiap tahun di Indonesia mengalami kenaikan. Hal ini dapat dilihat dari kebutuhan impor biodiesel dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2014 yang mengalami kenaikan. Kebijakan impor dilakukan karena kurangnya pabrik yang memproduksi biodiesel di Indonesia. Dari data statistik perdagangan luar negeri Indonesia, kebutuhan akan biodiesel di Indonesia dari tahun 2009 hingga 2014 sebagai berikut.

Tabel 1.1. Kebutuhan Impor Biodiesel di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (ton)
2009	177.336,332
2010	1.083.361,77
2011	1.875.247,999
2012	2.513.964,291
2013	2.728.424,439
2014	2.607.941.087

(BPS, 2009-2014)

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Dalam mendirikan suatu pabrik perlu mempertimbangkan ketersediaan bahan baku. Hal ini ditunjukkan agar dapat memudahkan kinerja pabrik sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik.



Bahan baku biodiesel adalah *Crude Palm Oil* (CPO) dan metanol. Kebutuhan CPO dapat dipenuhi oleh PT. Perkebunan Nusantara XIII yang terletak di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. Kebutuhan metanol dapat dipenuhi oleh PT. Kaltim Metanol Indonesia yang terletak di Kabupaten Bontang, Kalimantan Timur.

1.2.3. Kapasitas Pabrik Biodiesel

Beberapa pabrik di Indonesia yang telah memproduksi biodiesel dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Daftar Pabrik Produsen Biodiesel di Indonesia

No	Nama Produsen	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Energy Alternatif	7.000
2.	PT. Eterna Buana Chemical Industries	40.000
3.	PT. Indo Biofuel Energy	60.000
4.	PT. Anugrah Inti Gemanusa	40.000
5.	PT. Wilmar Bioenergi Indonesia	1.000.000
6.	PT. Wilmar Nabati Indonesia	600.000
7.	PT. Sumi Asih Oleo Chemical	100.000
8.	PT. Darmex Biofuel	150.000
9.	PT. Pelita Agung Asri Industri	200.000
10.	PT. Musim Mas I	70.000
11.	PT. Musim Mas II	350.000
12.	PT. Multikimia Inti Pelangi	14.000
13.	PT. Cemerlang Energi Perkasa	400.000
14.	PT. Kenzie Megapolitan	5.000
15.	PT. Ganesha Energi	10.000
16.	PT. Eterindo Nesagraha	40.000
17.	PT. Damai Sejahtera Sentosa Cooking	120.000
18.	PT. Bioenergi Pratama Jaya	6.000
19.	PT. Nusantara Bio Energi	-



(Sumber : <http://www.infosawit.com>)

Dari Tabel 1.2. dapat dilihat kapasitas pabrik biodiesel yang sudah berproduksi berkisar antara 5.000-1.000.000 ton/tahun.

Dengan pertimbangan kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat dan kapasitas minimal pabrik yang sudah ada maka dalam rancangan ini dipilih kapasitas 140.000 ton/tahun.

1.3. Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pabrik yang akan didirikan. Lokasi pabrik harus diperhitungkan berdasarkan teknis pengoperasian pabrik serta sudut ekonomis dari perusahaan tersebut. Daerah operasi pabrik akan ditentukan oleh faktor utama, sedangkan lokasi pabrik akan ditentukan oleh beberapa faktor.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas maka rencana pendirian pabrik di Bontang, Kalimantan Timur, dengan mempertimbangkan hal-hal berikut :

1.3.1. Ketersediaan Bahan Baku

Letak dan lokasi bahan baku pembuatan biodiesel sangat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu pabrik. Bahan baku harus dengan pabrik. Bahan baku CPO diperoleh dari PT. Perkebunan Nusantara XIII di Paser, Kalimantan Timur dan metanol dari PT. Kaltim Metanol Indonesia di Bontang, Kalimantan Timur. Dengan sumber bahan baku yang dekat, maka akan menekan seminimal mungkin biaya pengangkutan dan transportasi bahan baku menuju ke tempat pengolahan.

1.3.2. Pemasaran Produk

Kebutuhan biodiesel sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil masih sangat dibutuhkan. Produk biodiesel yang dihasilkan di pabrik direncanakan untuk memenuhi kebutuhan



dalam negeri, guna memenuhi kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat.

1.3.3. Sarana Transportasi

Daerah Bontang adalah daerah yang strategis, memiliki kekayaan alam yang berlimpah. Letak daerahnya juga dekat dengan pantai yang telah difasilitasi dengan pelabuhan yang memadai sehingga proses transportasi untuk pengiriman produk ataupun penerimaan bahan baku dapat dilakukan dengan mudah.

1.3.4. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja baik dibidang kimia maupun yang lainnya di Indonesia sangat melimpah, maka akan menjamin terlaksananya pendirian pabrik produksi biodiesel di Indonesia. Perekrutan tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan pertimbangan yang penting demi kemajuan suatu pabrik. Dengan pertimbangan yang demikian rencana pendirian pabrik biodiesel di Samarinda akan dapat terlaksana dan terwujud dengan baik.

1.3.5. Tanah dan Iklim

Tanah yang cukup datar dan iklim yang cukup stabil, sehingga tidak terjadi masalah. Selain itu besar kemungkinan perluasan pabrik dengan adanya lahan yang luas.

1.3.6. Utilitas

Utilitas yang digunakan adalah tenaga listrik dan air. Untuk sumber tenaga listrik diperoleh dari PLN dan untuk sumber air diperoleh dari air sungai yang telah diolah. Untuk cadangan tenaga listrik dapat digunakan pembangkit listrik tenaga diesel.

1.4. Tinjauan Pustaka

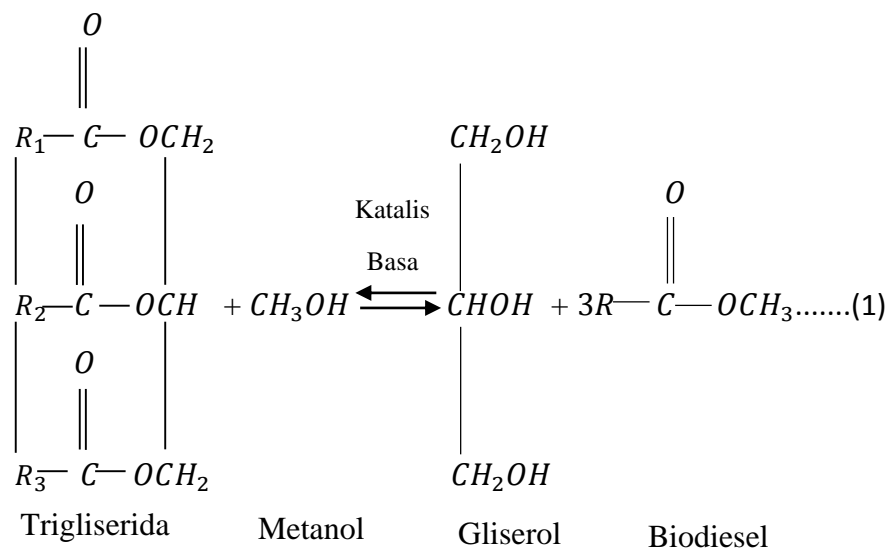
1.4.1. Proses Pembuatan Biodiesel

Pada dasarnya proses pembuatan biodiesel sangat sederhana. biodiesel dihasilkan melalui proses transesterifikasi minyak atau lemak dengan alkohol. Alkohol akan menggantikan gugus alkohol



pada struktur ester minyak dengan dibantu katalis. NaOH dan KOH adalah katalis yang umumnya digunakan.

a. Transesterifikasi



Proses transesterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas (kekentalan) minyak, sehingga mendekati nilai viskositas solar. Nilai viskositas yang tinggi akan menyulitkan pemompaan bahan bakar dari tangki ke ruang bahan bakar mesin dan menyebabkan pembakaran kurang sempurna dan menimbulkan endapan pada nosel (Hambali dan Erliza, 2007).

Metode transesterifikasi merupakan metode yang umum digunakan untuk proses biodiesel metode ini bisa menghasilkan biodiesel hingga rendemen 95% dari bahan baku minyak tumbuhan. Metode transesterifikasi pada dasarnya terdiri atas 4 tahapan.

Pertama, pencampuran katalis alkalin (NaOH atau KOH) dengan alkohol (metanol atau etanol). Kedua, pencampuran alkohol dan katalis dengan minyak pada suhu 60°C dengan kecepatan pengadukan konstan. Ketiga, setelah reaksi berhenti, campuran didiamkan hingga terjadi pemisahan antara metil ester dan gliserol. Metil ester yang dihasilkan pada tahap ini sering disebut *crude biodiesel*, karena masih mengandung zat pengotor, seperti metanol,

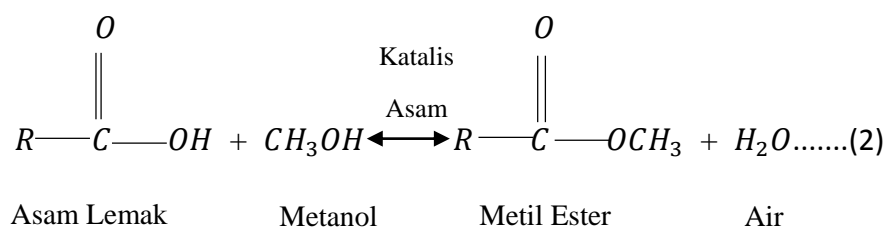


sisanya katalis alkalin, gliserol dan sabun. Keempat, metil ester yang dihasilkan pada tahap ketiga dicampur menggunakan air untuk memisahkan zat-zat pengotor dan kemudian dilanjutkan dengan *drying* untuk menguapkan air yang terkandung dalam biodiesel (Hambali dan Erliza, 2007).

b. Esterifikasi

Bahan baku yang digunakan adalah minyak mentah yang memiliki kadar asam lemak bebas (*Fat Fatty Acid*) tinggi (>5%), seperti minyak jelantah, *Palm Fatty Acid Distilat* (PFAD), dan minyak jarak. Proses esterifikasi bertujuan untuk menurunkan kadar FFA hingga dibawah 5%, agar pada saat proses transesterifikasi dilakukan berjalan efisien.

Umumnya, proses esterifikasi menggunakan katalis asam. Asam-asam pekat seperti asam sulfat (*sulphuric acid*) dan asam klorida (*chloride acid*). Pada tahap ini akan diperoleh campuran metil ester kasar dan metanol sisa yang kemudian dipisahkan. Proses esterifikasi dilanjutkan dengan proses transesterifikasi terhadap produk pertama dengan menggunakan katalis alkalin. Pada tahap selanjutnya sama dengan tahap pada proses transesterifikasi (Hambali dan Erliza, 2007).



1.4.2. Kegunaan Produk

a. Metil Ester (Biodiesel)

- Biodiesel dapat berfungsi sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil (solar).



- Biodiesel dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur.
- b. Gliserol
 - Kosmetik, digunakan sebagai *body agent*, *emollient*, *humectants*, *lubricants* dan *solven*. Biasanya dipakai untuk *skin cream*, *lotion*, *shampoo*, *hair conditioners*, sabun, dan detergen.
 - Industri makanan dan minuman, digunakan sebagai *solven*, *emulsifier*, *conditioner*, *freeze*, *preventer*, *coating*, serta dalam industri minuman anggur.
 - Industri farmasi, digunakan untuk antibiotik dan kapsul.
 - Industri tekstil, digunakan untuk *lubricating*, anti *shrink*, *waterproofing*, dan *flame-proofing*.

1.4.3. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

a. Bahan baku

1. Crude Palm Oil (minyak sawit)

Sifat fisik :

Rumus molekul : $RCOOCH$

Berat molekul : 847,28 g/gmol

Wujud (30°C, 1atm) : cair

Warna : kuning jingga

Densitas : 890,275 kg/m³

Viskositas : 26,4 cP

Titik didih : 300°C

Kemurnian : 100%

(Perry, 1997)

Sifat kimia :

- Reaksi hidrolisis antara minyak dan air akan menghasilkan asam lemak dan gliserol.



- Reaksi saponifikasi antara minyak dengan hidrolisis alkali menghasilkan sabun.

2. Metanol

Sifat fisik

Rumus molekul	: CH_3OH
Berat molekul	: 32,04 g/mol
Wujud	: cair
Warna	: tak berwarna
Densitas	: 792 kg/m ³
Viskositas	: 0,5410 cP
<i>Boiling point</i>	: 64,6°C
<i>Melting point</i>	: -97,6°C
Suhu kritis	: 239°C
Kemurnian	: 100%

(Perry, 1997)

Sifat kimia :

- Reaksi kimia dari metanol terbakar di udara akan membentuk karbon dioksida dan air.
- Mudah menguap jika berkontak dengan udara.
- Esterifikasi metanol merupakan reaksi antara metanol dengan asam organik.

b. Produk

1. Metil Ester (biodiesel)

Sifat fisis

Rumus molekul	: $RCOOCH_3$
Berat molekul	: 283,77 g/gmol
Wujud	: cair
Warna	: jernih kuning
Viskositas	: 7,3 cP
Densitas	: 810 kg/m ³



Titik didih : 182°C - 338°C

Pour point : (-15 s/d 135)°C

Cetane number : 46-70

Cloud point : (-11 s/d 16)°C

Specific gravity : 0,87-0,89

Kemurnian : 100%

Sifat kimia

- Mempunyai rumus bangun RCHOOCH_3
- Mempunyai senyawa karbon rantai lurus jenuh, kecuali C_{17} yang mempunyai rantai lurus rangkap.

2. Gliserol

Sifat fisis

Rumus molekul : $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

Berat molekul : 92,095 g/mol

Warna : Jernih kekuningan

Wujud : Cair

Titik lebur (1 atm) : 291,095 K

Titik didih (1 atm) : 563,15 K

Suhu kritis : 723 K

Tekanan kritis : 39,48 atm

Densitas : 1,261 g/cm³

Viskositas : 2,684 cP

Kemurnian : 100%

(Yaws, C., 1979)

Sifat kimia

- Larut dalam air
- Bersifat higroskopis
- *Intermediate glyceridahyde 3-phospate* merupakan hasil konversi gliserol.



c. Bahan pembantu

1. Natrium Hidroksida

Sifat fisis

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 39,997 g/mol
Wujud	: padat
Warna	: putih
Densitas	: 2,1 g/cm ³
Titik lebur (1 atm)	: 596 K
Titik didih (1 atm)	: 1663,5 K
Suhu kritis	: 2820 K
Tekanan kritis	: 249,998 atm

(Yaws, C., 1979)

Sifat kimia

- Larut dalam air dan melepaskan panas ketika dilarutkan.
- Jika direaksikan dengan asam klorida (HCl) akan membentuk garam dan air.

2. Asam Klorida

Sifat fisis

Rumus molekul	: HCl
Berat molekul	: 36,461 g/mol
Wujud	: cair
Warna	: tidak berwarna (jernih)
Densitas	: 1,1 kg/m ³
Titik lebur (1 atm)	: 158,97 K
Titik didih (1 atm)	: 188,15 K
Suhu kritis	: 324,65 K
Tekanan kritis	: 82, 003 atm

(Yaws, C., 1979)



Sifat kimia

- Bersifat korosif
- Mempunyai bau yang sangat kuat
- Sangat larut pada pelarut air dan akan membentuk larutan asam yang kuat.

3. Air

Sifat fisis

Rumus molekul	: H_2O
Berat molekul	: 18,015 g/mol
Wujud	: cair
Warna	: tidak berwarna (jernih)
Densitas	: 1 g/m ³
Titik lebur (1 atm)	: 273,15 K
Titik didih (1 atm)	: 373,15 K
Suhu kritis	: 647,13 K
Tekanan kritis	: 217,67 atm

(Yaws, C., 1979)

Sifat kimia

- Pelarut yang baik, terutama untuk garam dan molekul polar.
- Merupakan senyawa kovalen polar.
- Bersifat amfoter.
- Bereaksi dengan kalsium, magnesium dan logam-logam reaktif lain membebaskan H₂.
- Bereaksi dengan kalium oksida, sulfur dioksida membentuk basa kalium dan asam sulfat.
- Bereaksi dengan trigliserida (minyak/lemak) menghasilkan asam lemak dan gliserol.



1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Biodiesel dapat diproduksi melalui proses transesterifikasi antara *crude palm oil* dan metanol. Proses berlangsung pada tekanan atmosferik. Untuk mempercepat proses reaksi transesterifikasi perlu ditambahkan katalis berupa NaOH sebesar 1% berat terhadap massa *crude palm oil*. Pertama metanol dan NaOH padat di campur terlebih dahulu di *mixer 1*. Selanjutnya, bahan dari *mixer* dan *crude palm oil* diumpankan ke reaktor dan terjadi reaksi transesterifikasi dengan suhu 60°C pada tekanan 1 atm. Produk reaktor akan dipisahkan di dekanter 1, pemisahan dilakukan dengan menggunakan perbedaan densitas antara produk biodiesel dengan hasil sampingnya yang berupa gliserol, katalis NaOH dan lainnya. Lapisan atas pada dekanter kemudian dialirkan ke *mixer 2* untuk dilakukan pencucian dengan air pada produk biodiesel. Setelah pencucian dipisahkan lagi di dekanter 2 antara produk biodiesel dengan air dan metanol. Kemudian produk biodiesel diumpankan ke evaporator 1 untuk menguapkan air yang masih ada pada produk biodiesel. Untuk mendaur ulang metanol, hasil bawah pada dekanter 1 di umpankan ke netralizer untuk menetralkan katalis NaOH dengan HCl agar membentuk NaCl. Setelah itu, mengumpankan ke *collecting tank* agar hasil dari netralizer dan dekanter 2 bercampur. Kemudian diumpankan lagi ke evaporator 2 untuk menguapkan metanol dan air, hasil bawah evaporator berupa gliserol dan NaCl. Metanol dan air diumpankan ke rektifikasi untuk memurnikan metanol. Hasil atas rektifikasi berupa metanol dengan kemurnian 99,85%.